

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 9 月 6 日 (06.09.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/068094 A1

(51) 国際特許分類: B01D 53/24

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/00929

(22) 国際出願日: 2002 年 2 月 5 日 (05.02.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2001-49149 2001 年 2 月 23 日 (23.02.2001) JP

都宮市 竹下町 353-21 Tochigi (JP), 長澤 武 (NAGASAWA, Takeshi) [JP/JP]; 〒326-0141 栃木県 足利市 小俣町 1728-49 Tochigi (JP), 湯上 登 (YUGAMI, Noboru) [JP/JP]; 〒320-0003 栃木県 宇都宮市 豊郷台 2-44-16 Tochigi (JP), 伊藤 弘昭 (ITO, Hiroaki) [JP/JP]; 〒321-4361 栃木県 真岡市 並木町 3-24-9 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 加古 進 (KAKO, Susumu); 〒170-0013 東京都 豊島区 東池袋一丁目 20 番 2 号 池袋ホワイトハウスビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県 川口市 本町四丁目 1 番 8 号 Saitama (JP).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

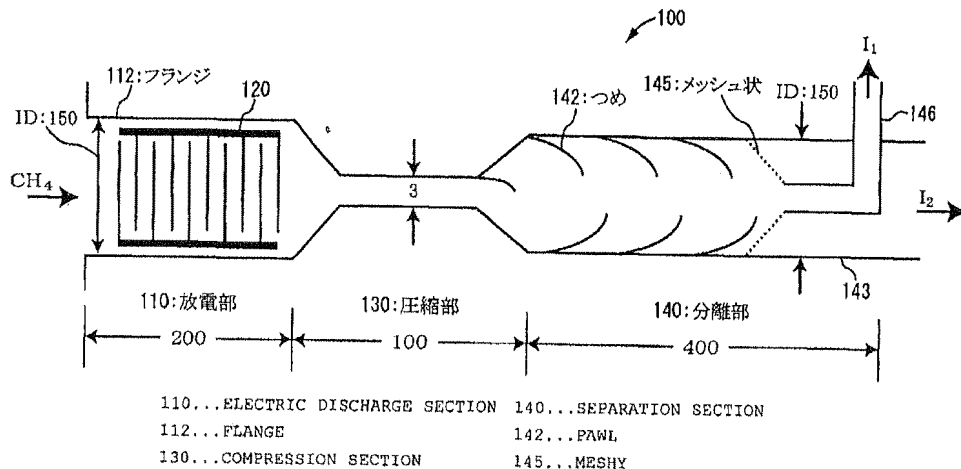
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西田 靖 (NISHIDA, Yasushi) [JP/JP]; 〒321-3236 栃木県 宇

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SEPARATING APPARATUS

(54) 発明の名称: 分離装置



110...ELECTRIC DISCHARGE SECTION 140...SEPARATION SECTION  
112...FLANGE 142...PAWL  
130...COMPRESSION SECTION 145...MESHY

(57) Abstract: A gas decomposition/separation device (100) is composed of three parts, an electric discharge section (110), a compression section (130) and a separation section (140). The electric discharge section (110) is used to decompose gas by utilizing electric discharge. The electric discharge section (110) is composed of an electrode (120) for electric discharge and a flange pipe (112) receiving the same. In the compression section (130), the flow rate of the gas decomposed in the electric discharge section (110) is reduced and the flow rate in the next separation section (140) is increased. In the separation section (140), a plurality of types of gas are separated into two types according to weight by using centrifugal force on the gas by a pawl (142).

[続葉有]

WO 02/068094 A1



---

(57) 要約:

ガス分解・分離装置100は、放電部110、圧縮部130、分離部140の3つの部分から構成されている。放電部110は放電を利用してガスを分解するための部分である。放電部110は、放電を行う電極120およびそれを収納しているフランジ管112で構成されている。

圧縮部130では、放電部110で分解したガスの流速を落とし、次の分離部140における流速を上げるために設けられている。分離部140では、つめ142によるガスに対する遠心力を用いて、複数のガス種を重量に応じて2種類に分離している。

## 1

## 明 細 書

## 分 離 装 置

## 技術分野

本発明は、複数のガスからなる混合ガスを分離するためのガス分離装置に関する。

5

## 背景技術

ガス成分の分離には化学的、物理的手法がそれぞれ特徴に合わせて用いられている。工業的に多量の分離を行うには、液化蒸留などの大型プラントが用いられる。しかし、この大型プラントは、高圧ガス設備であり、設置場所が制限を受けるとい  
10 う問題があった。また、液化蒸留等の処理に関しては、すべてをドライ・プロセス  
にはできないという問題もある。

## 発明の開示

本発明の目的は、上記の問題点がないガス分離装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明は、円筒内部に備えたヘリカル状のつめと、  
15 円筒の中心部から取り出す内管と、円筒の周辺部から取り出す取り出し部とを備え、  
ガスを円筒空間に噴出して、前記つめによりガスに回転運動を行わせ、ガス構成物  
質の質量の差異による、ガス分子のうける回転半径の差異から軽い分子を中心部に、  
重い分子を周辺部に偏よらせて、ガス構成分子を分離することを特徴とするガス分  
離装置である。

20 また、前記ガス分離装置と、放電によりガスを分解する放電部と、前記放電部か  
らのガスを圧縮して、前記ガス分離装置に噴出する圧縮部とを備え、注入されたガ  
スを分解して、分離することを特徴とするガス分解・分離装置も本発明である。

この様なガス分解・分離装置を、カスケードに多段接続するとともに、最後の段

## 2

のガス分解・分離装置の取り出し部からのガスを、最初の段に注入する構成とし、ガスの分解、分離を高能率で行うこともできる。また、カスケード接続された各段階のガス分解・分離装置の内管に、放電による分解部とフィルターを備えた第2の装置を接続し、カスケード接続された各段階のガス分解・分離装置の内管からのガス

5    スを、さらに放電により分解してから、フィルターを介して取り出すこともできる。

## 図面の簡単な説明

- 第1図はガス分解・分離装置の構成を示す図である。
- 第2図は図1の放電部における電極の構成を示す図である。
- 10    第3図は分子に対する遠心力を説明する図である。
- 第4図は遠心力と速度との関係を示す図である。
- 第5図は図1の分離部内部の分圧分布を示す図である。
- 第6図は2段階構成のガス分解・分離装置の構成を示す図である。
- 第7図は図5におけるセクションIIの構成を示す図である。

15

## 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、ガス分解・分離装置100の全体の構成を示す図である。

- 図1に示すように、ガス分解・分離装置100は、放電部110、圧縮部130、
- 20    分離部140の3つの部分から構成されている。放電部110は放電を利用して有機ガス等を分解するための部分である。放電部110は、放電を行う電極120およびそれを収納しているフランジ管112で構成されている。

- 圧縮部130では、放電部110で分解したガスの流速を落とし、次の分離部140における流速を上げるために設けられている。分離部140では、つめ142
- 25    によるガスに対する遠心力を用いて、複数のガス種を重量に応じて2種類に分離している。これらの部分の働きを以下に詳しく説明する。

## 3

なお、図1に示した寸法は例示であり、単位はmmである。また、各部の円筒管等は、ステンレス・スチール（SUS）で構成している。

## &lt;放電部&gt;

図1では、例としてメタン（ $\text{CH}_4$ ）を主とするガスを、ガス分解・分離装置100に注入して、放電部110において、放電を利用して水素（ $\text{H}_2$ ）と炭素（C）に分解している。この放電部110の働きを、図2を用いて詳しく説明する。

図2は、図1における放電部110の電極120の構成を詳細に示したものである。図2において、電極120は、向かい合った2つの電極を組み合わせた構成である。それぞれの電極は、平板上の四角い絶縁物124から、ほぼ等間隔に複数のステンレス製のビス（ねじ）状の電極122を突きだしている。それぞれのビス状電極122は、電氣的に絶縁されている。向かい合った電極の対角の関係にあるそれぞれ1本のビス状電極に、パルス電極152が接続されている。また、この放電を行う電極の下部には、メッシュ状の電極126が設置されている。メッシュ状の電極126には、直流電源154により、ビス状電極122に対して負のバイアス電位（ $V_0$ ）を付加している。

このような構成で、ビス状電極122に対して、パルス電源152からパルス状の電圧を印加して電極間に放電を起こすことにより、メタン（ $\text{CH}_4$ ）を水素（ $\text{H}_2$ ）および炭素（C）に分解している。この放電は、複数のビス状電極間で起こる。

メタンガスから分解された炭素粒子は、可能な限り、自重等により下方へ落下させて、この放電部110の部分で除去している。このために、メッシュ状電極126へのバイアス電圧を調節して、炭素粒子を下方へ導くための電位差を最適な値に設定する。

メタンから水素および炭素への分解を促進するためには、放電部をいくつかのセクションに分けることも有効である。また、ビス状電極に印加するパルスの周波数や電流を、アーク放電とならない程度に大きくすることも有効である。

放電部110においてメタンから発生した水素を含んだ混合ガスは、圧縮部13

## 4

0を介して分離部140へ導かれる。

<圧縮部>

圧縮部130は、中空の中央部を細く絞り込んだ中空管（パイプ）で構成されている。複数のガス種からなる混合ガスは、ノズルである中空管（パイプ）を流れ、

5 ここでガス流の線速度を高める。

圧縮部130により、放電部からの混合ガス（ $\text{CH}_4$ が主成分）の流速を落とし、次の分離部140における流速を上げることができる。圧縮部130からの混合ガスは、分離部140を構成する円筒空間内に噴出する。まだ、この段階では、炭素も細かい粒子として残っている。

10 <分離部>

分離部140は、ガス流体に回転力を与えるための、ヘリカル状（スパイラル状）の回転補助翼（つめ）142を周辺に有している。このヘリカル状のつめ142により、混合ガスに対して回転力が与えられると、ガス構成物質の質量の差異に基づくガス分子のうける回転半径の差異から、軽い分子を中心部に重い分子を周辺  
15 部に偏よらせて、ガス構成分子を分離する。分離部140の後部は、二重管の構造を有し、内側の内管146は、メッシュ状の構成145で外側の円筒143の内壁と結合されている。内管146から、円筒143の中心部分のガス $I_1$ を取り出し  
ている。

この分離部140における分離の原理を、図3および図4を用いて説明する。

20 まず、スパイラル状のつめ142により、混合ガスに回転流を与える。このときに混合ガスに対する力学的関係を示したのが図3である。

図3に示すように、半径 $r_0$ で速さ $v$ で回転するガスには、遠心力 $F$ が生じる。このとき、メタン、水素、炭素では、以下の式に示すように、それぞれ遠心力 $F_m$ 、 $F_H$ 、 $F_C$ を受ける。なお、 $m_m$ 、 $m_H$ 、 $m_C$ は、各分子の質量である。

## 5

$$F_m = \frac{m_m v^2}{r_0}$$

$$F_H = \frac{m_H v^2}{r_0}$$

$$F_C = \frac{m_C v^2}{r_0}$$

これらの遠心力の水素に対する比をとると、次のようになる。

$$\frac{F_m}{F_H} \cong \frac{m_m}{m_H} \cong \frac{12+4}{2} = 8$$

$$\frac{F_C}{F_H} \cong \frac{m_C}{m_H} \cong \frac{12}{2} = 6$$

よって、メタン ( $\text{CH}_4$ ) や炭素 (C) は水素より 8～6 倍の遠心力を受ける可能性がある。図 4 に各分子のうける遠心力と速度との関係をグラフに示す。

この図 4 から分かるように、速度が大きくなると軽いガス分子 ( $\text{H}_2$ ) と重い分子 (C,  $\text{CH}_4$ ) との遠心力の差が大きくなる。このため、軽いガス分子 ( $\text{H}_2$ ) は分離部 140 の中心部に、重いガス分子 ( $\text{CH}_4$ ) は外周部に偏ることになる。

- 5 その結果、それぞれの分圧は、図 5 に示されるようになる。図 5 は、分離部 140 の円筒内壁内の分圧を示している。中心 O は、分離部 140 を構成している円筒 143 の中心であり、それから等距離に円筒 143 の内壁が存在する。円筒 143 の内壁の間に、図 5 に示すように、水素は中心部にメタンや炭素は周辺部に密度が濃く存在している。

- 10 従って、図 1 において、分離部 140 の終端部から円筒 143 の中心部のガスのみを取り出すように、メッシュ状の構成 145 を介して、内管 146 を設けている。そして、内管 146 から、 $I_1$  として分離すれば軽い分子である水素のガス成分が高濃度で得られる。

<多段接続>

## 6

図6は、図1に示すユニットを2段接続したガス分解・分離装置の構成を示す。セクションI 2 2 2, 2 3 2は、図1に示したユニットである。各セクションI 2 2 2, 2 3 2に対して、メタンガスがポンベ2 1 0から送られる。各セクションI 2 2 2, 2 3 2の中心部I<sub>1</sub>からは、水素濃度の高いガスが捕捉され、セクション  
5 I I 2 2 4, 2 3 4に送入される。

図7は、セクションI Iの構成を示している。セクションI Iは、放電部3 2 0と、パラジウム・フィルター3 4 0とで構成されている。放電部3 2 0は、図2に示す放電部1 1 0と同様な構成であり、まだ残っているメタンガスをさらに分解して水素を発生させる。パラジウム・フィルター3 4 0は、パラジウム(Pd)または  
10 パラジウム(Pd)－銀(Ag)合金でできた透過膜であり、水素のみを通過させる。セクションI Iでは、放電部3 2 0の分解工程を経て、パラジウム・フィルター3 4 0を通して、純粋な水素ガスが得られる。

セクションI 2 3 2の周辺部やセクションI I 2 2 4, 2 3 4からは、水素濃度の低いガス成分I<sub>2</sub>が集められ、加圧ポンプ2 4 0により加圧されて、一段目のセ  
15 クションI 2 2 2に再度給気される。この様にして、繰り返し分解・分離が行われるようになっていく。

なお、図6では2段のカスケード接続した構成例を示したが、3段以上の多段のカスケード接続としてもよい。

## &lt;実施例&gt;

20 図6に示した2段接続構成の装置を用いた実施例を以下に示す。

ポンベ2 1 0から、通常グレードの詰められたメタンガスを2 0 0 m l / s e cで、セクションIの一段目2 2 2の入口から給気した。セクションIの一段目2 2 2の中心部直径1 c m部分からガスを取り出したところ、その成分比は水素：メタン＝8 0：2 0であった。セクションIの2段目2 3 2から取り出したガスの成分  
25 比は、水素：メタン＝9 5：5であった。各セクションI I 2 2 4, 2 3 4からは、Pd－Ag透過膜3 4 0で高度に精製された水素ガスが得られた。



7

産業上の利用可能性

この発明における分離法は、流速を高めるとそれだけ分離の良さが高められるため、大量のガスの分離・精製に有利である。

## 8

## 請 求 の 範 囲

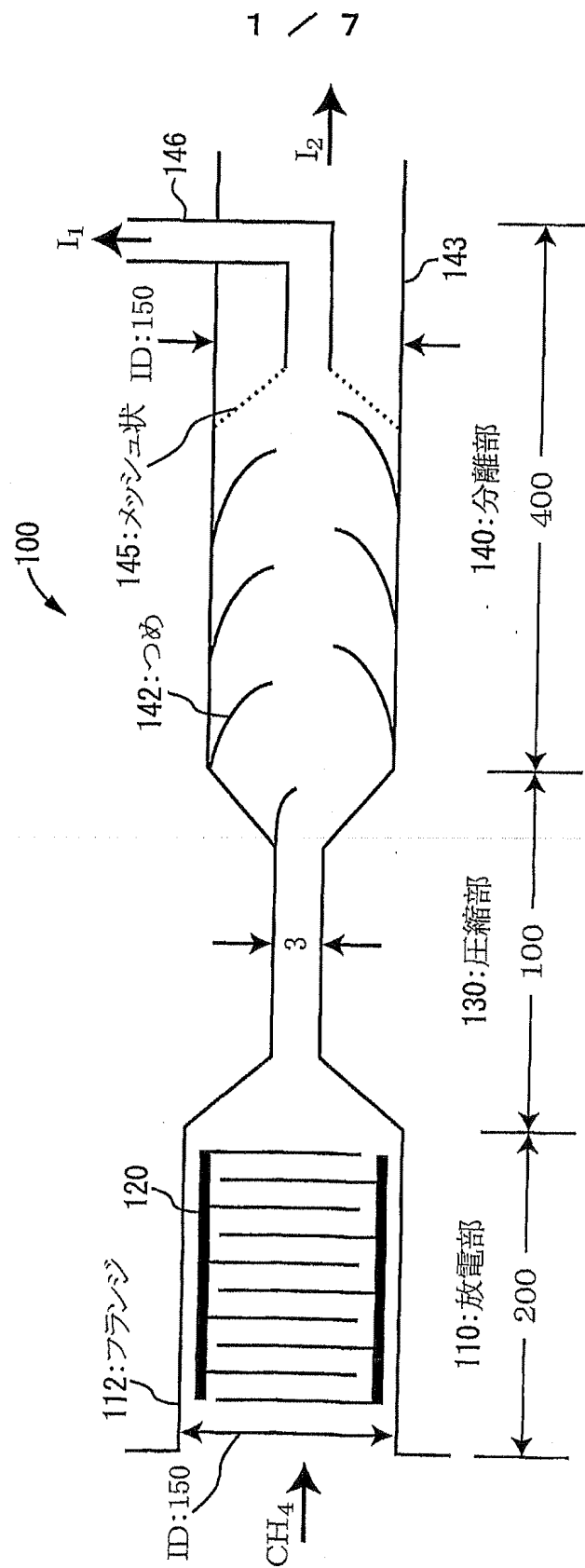
1. 円筒内部に備えたヘリカル状のつめと、  
円筒の中心部から取り出す内管と、  
5 円筒の周辺部から取り出す取り出し部と  
を備え、ガスを円筒空間に噴出して、前記つめによりガスに回転運動を行わせ、  
ガス構成物質の質量の差異による、ガス分子のうける回転半径の差異から軽い分子  
を中心部に、重い分子を周辺部に偏よらせて、ガス構成分子を分離することを特徴  
とするガス分離装置。  
10
2. 請求の範囲第1項記載のガス分離装置と、  
放電によりガスを分解する放電部と、  
前記放電部からのガスを圧縮して、前記ガス分離装置に噴出する圧縮部と  
を備え、注入されたガスを分解して、分離することを特徴とするガス分解・分離装  
15 置。  
3. 請求の範囲第2項記載のガス分解・分離装置を、カスケードに多段接続すると  
ともに、最後の段のガス分解・分離装置の取り出し部からのガスを、最初の段に注  
入する構成を有し、ガスの分解、分離を高能率で行うことを特徴とするガス分解・  
20 分離装置。

## 9

4. 請求の範囲第3項記載のガス分解・分離装置において、

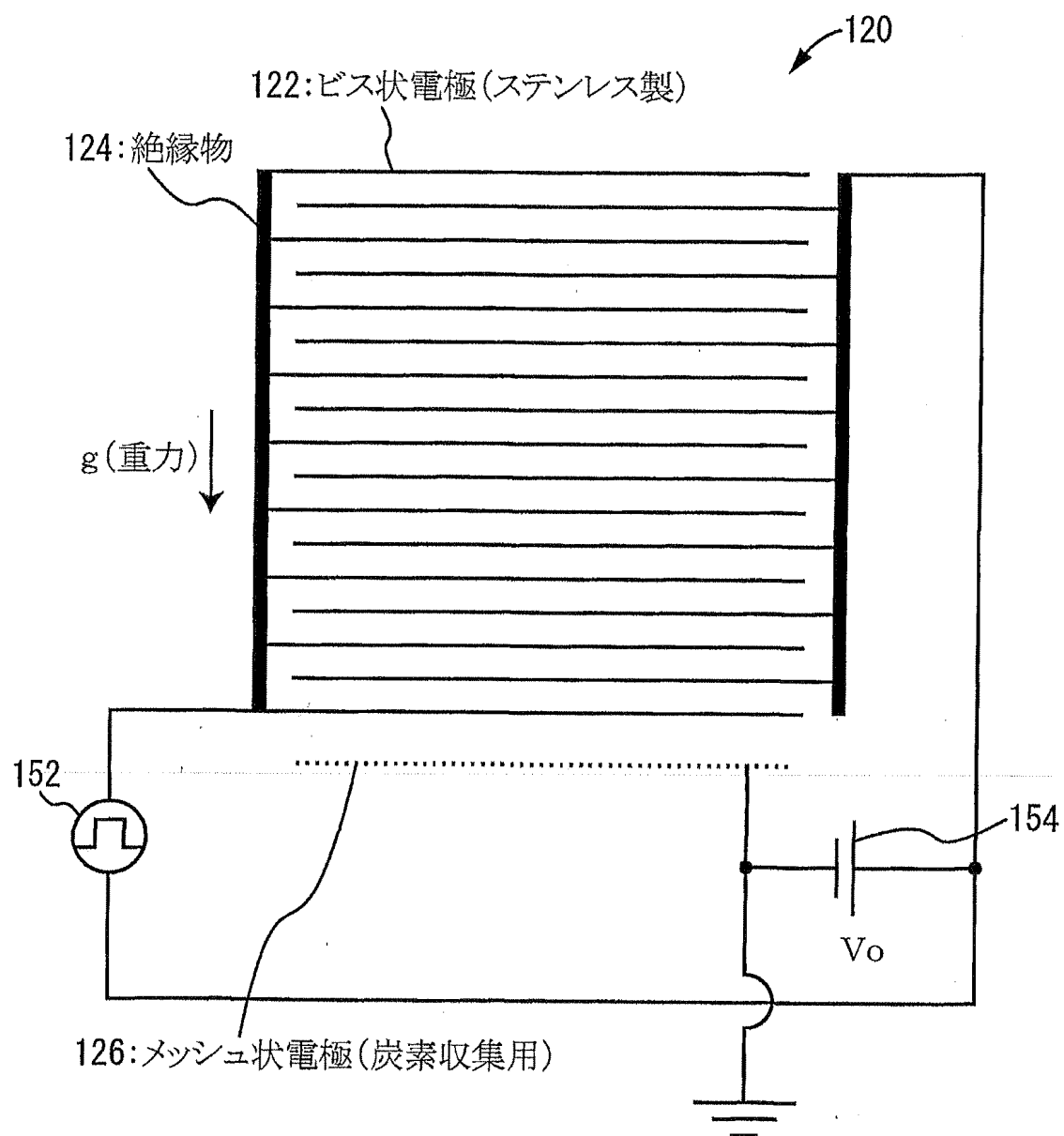
カスケード接続された各段階のガス分解装置の内管に、放電による分解部とフィルターを備えた第2の装置を接続し、

カスケード接続された各段階のガス分解・分離装置の内管からのガスを、さらに  
5 放電により分解してから、フィルターを介して取り出すことを特徴とするガス分解・分離装置。



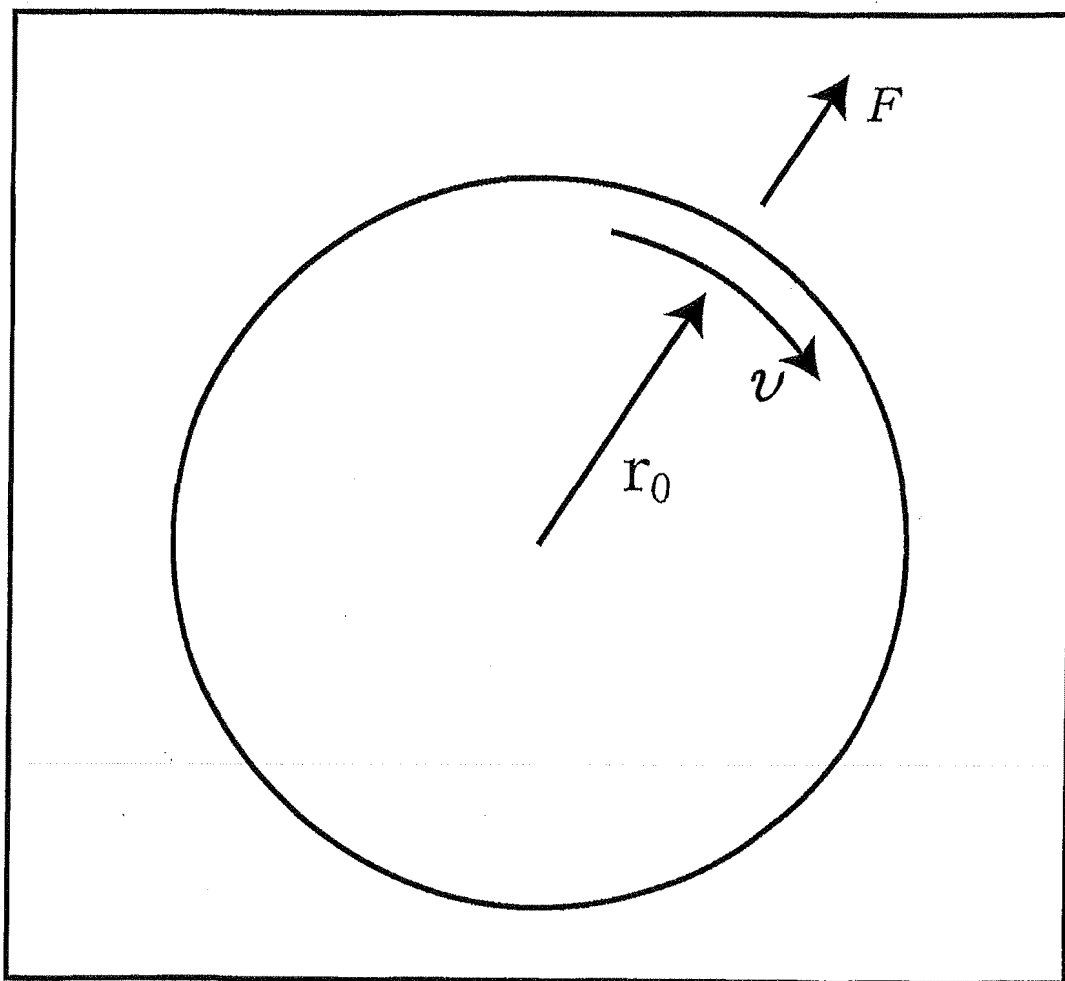
第 1 図

2 / 7



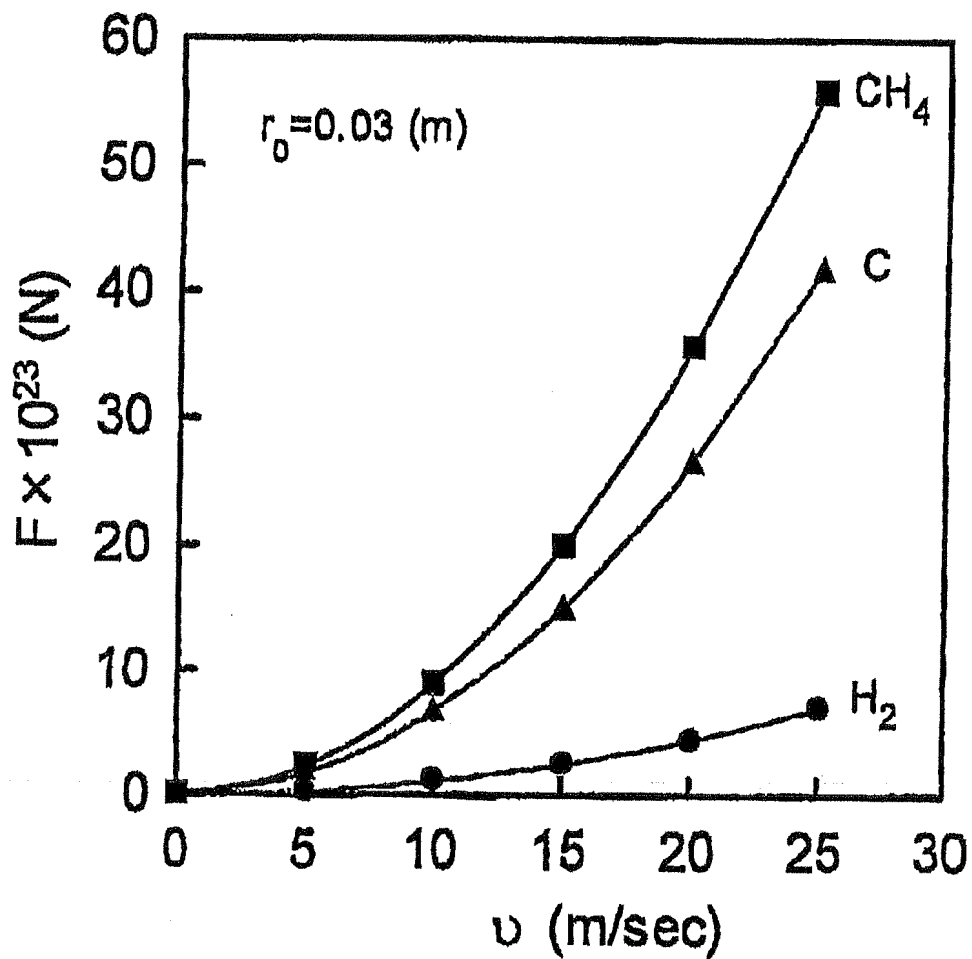
第 2 図

3 / 7



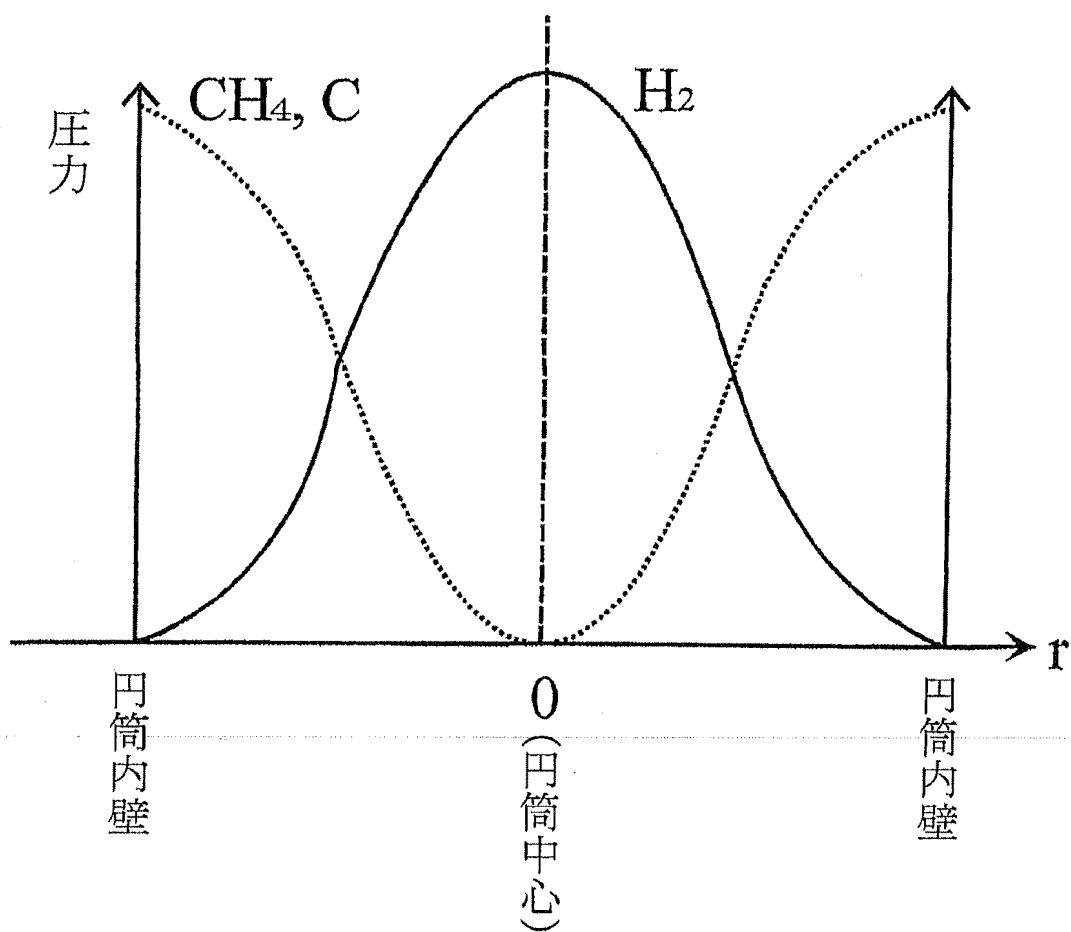
第 3 図

4 / 7



第 4 図

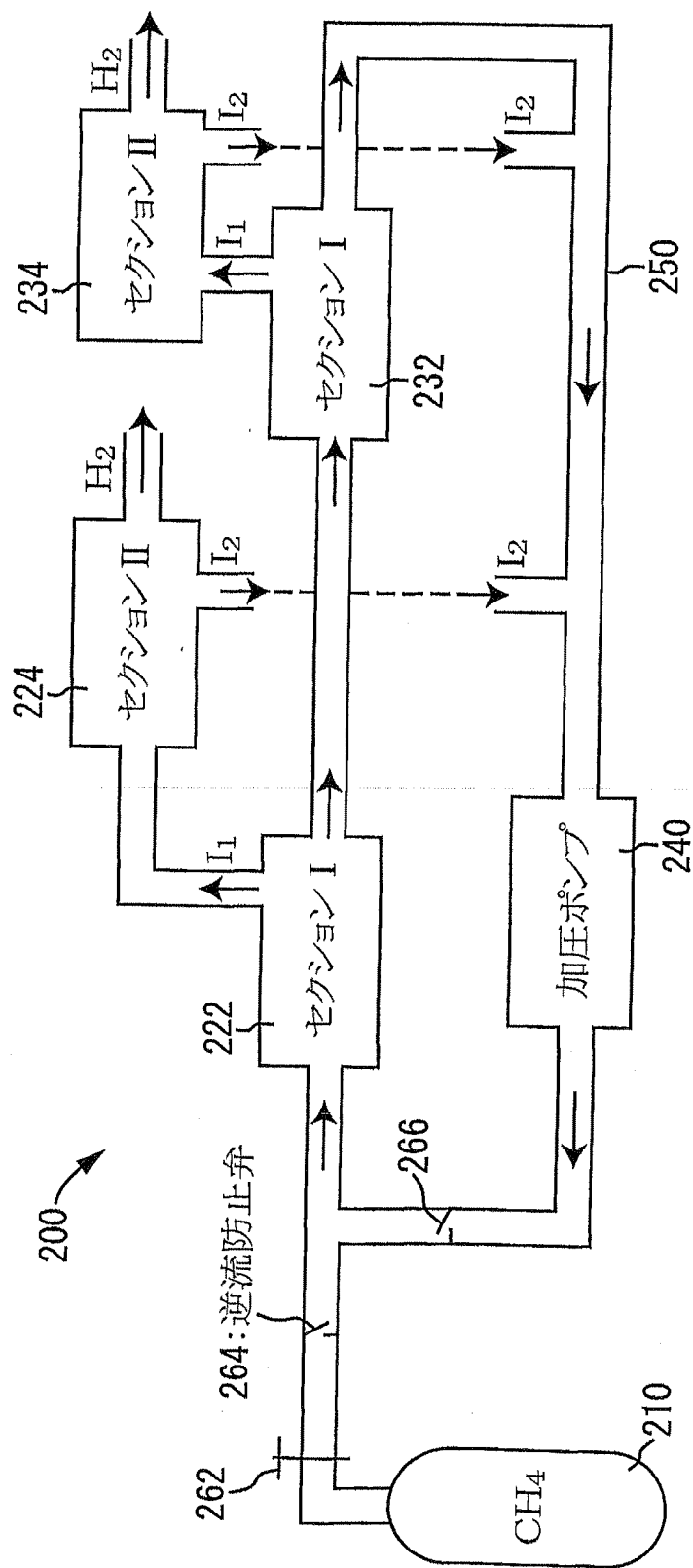
5 / 7



第 5 図

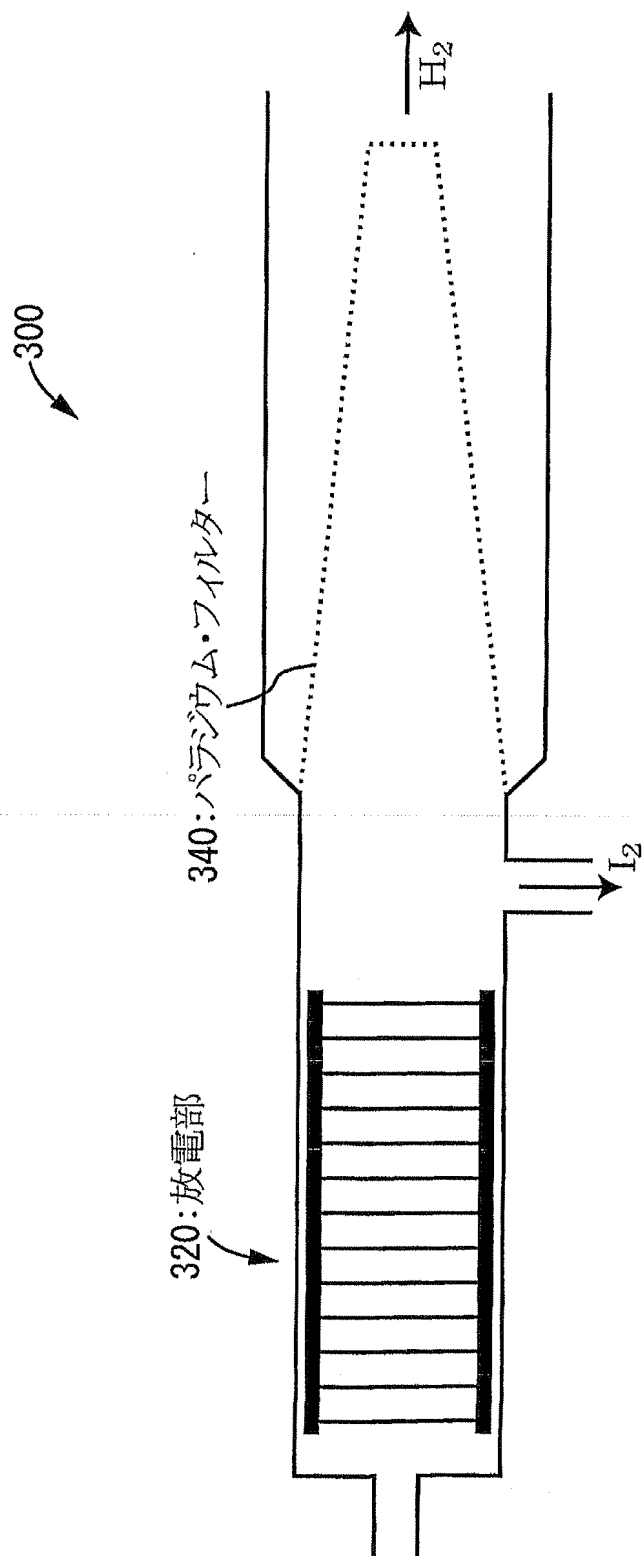


6 / 7



第 6 図

7 / 7



第 7 図

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/JP02/00929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> B01D53/24		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> B01D53/24, B01D53/32, B04C3/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, 0496128, A1 (Stork Product Engineering B.V.), 25 January, 1991 (25.01.91), Full text (Family: none)	1
Y	JP, 60-051528, A (Kiyoyuki HORII), 23 March, 1985 (23.03.85), Full text (Family: none)	1
Y	JP, 11-028389, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 February, 1999 (02.02.99), Full text (Family: none)	1
A	JP, 07-132247, A (Toshiba Corp.), 23 May, 1995 (23.05.95), (Family: none)	2-4
P,A	JP, 2001-096128, A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 April, 2001 (10.04.01), (Family: none)	2-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 March, 2002 (12.03.02)		Date of mailing of the international search report 02 April, 2002 (02.04.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B01D 53/24		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> B01D 53/24, B01D 53/32, B04C 3/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2002 日本国登録実用新案公報 1994-2002 日本国実用新案登録公報 1996-2002		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 0496128 A1 (STORK PRODUCT ENGINEERING B.V.), 1991.01.25, 全文, (ファミリーなし)	1
Y	JP 60-051528 A (堀井 清之), 1985.03.23, 全文, (ファミリーなし)	1
Y	JP 11-028389 A (三菱重工業株式会社), 1999.02.02, 全文, (ファミリーなし)	1
A	JP 07-132247 A (株式会社東芝), 1995.05.23, (ファミリーなし)	2-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	12.03.02	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	国際調査報告の発送日 02.04.02 特許庁審査官 (権限のある職員) 森 健一 電話番号 03-3581-1101 内線 3467	

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PA	JP 2001-096128 A(三菱電機株式会社), 2001.04.10, (ファミリーなし)	2-4

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (1998年7月)